

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-5113

(P 2003-5113 A)

(43) 公開日 平成15年1月8日 (2003.1.8)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	マークコード (参考)
G02B 26/10		G02B 26/10	D 2C362
			B 2H045
	103		103
B41J 2/44		13/00	2H087
G02B 13/00		13/08	5C072

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全15頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-186887 (P 2001-186887)

(71) 出願人 000000527

ペンタックス株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(22) 出願日 平成13年6月20日 (2001.6.20)

(72) 発明者 竹内 修一

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72) 発明者 是枝 大輔

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(74) 代理人 100098235

弁理士 金井 英幸

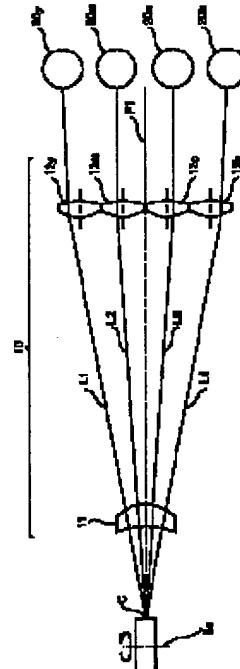
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】走査光学系

(57) 【要約】

【課題】回転多面鏡に入射される複数本のレーザー光束がその中心軸に直交する平面に対して傾けられている場合であっても、偏心入射されるレンズ群に低コストなレンズ群を利用可能な走査光学系を、提供する。

【解決手段】走査光学系は、主走査平面P1を挟む両側から2本ずつ偏向反射面に入射する4本のレーザー光束L1～L4を同時に偏向する1個のポリゴンミラー5、及び、偏向されたレーザー光束L1～L4が全て入射する前側レンズ群11と、前側レンズ群11を透過した4本のレーザー光束L1～L4が個々に入射する4個の後側レンズ群12とからなる結像光学系10を、有する。主走査平面P1に近い側にある1対の後側レンズ群12が同一形状に形成されているとともに、主走査平面P1から離れる側にある1対の後側レンズ群12が同一形状に形成されている。各後側レンズ群12は、主走査平面P1を挟んで対向配置され、各レーザー光束L1～L4に対して偏心されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の走査対象面上にレーザー光束を同時に走査するために、前記走査対象面と同数のレーザー光束を同時に偏方向する回転多面鏡と、前記回転多面鏡により偏方向された複数のレーザー光束をスポット光として収束させる結像光学系とを有し、各レーザー光束に個々に対応する前記走査対象面上においてスポット光を主走査方向に沿って走査して走査線を形成する走査光学系であって、

前記結像光学系は、前記回転多面鏡により偏方向されたレーザー光束の全てが入射するように配置された前側レンズ群と、少なくとも副走査方向に収束パワーを有するとともに前記回転多面鏡により偏方向されたレーザー光束が個々に透過する複数の後側レンズ群を有し、前記後側レンズ群は、夫々、自己に入射するレーザー光束と前側レンズ群の光軸との角度に応じて定められた別個のレンズ形状を有することを特徴とする走査光学系。

【請求項2】前記複数の後側レンズ群の別個のレンズ形状は、同じ表式で表される光学面を持ち、レンズ面上におけるレーザー光束の入射位置と光学面基準軸との副走査方向のずれ量が互いに異なるようにレンズの外形に対して光学面基準軸が各々ずらされたレンズ形状であることを特徴とする請求項1記載の走査光学系。

【請求項3】前記複数の後側レンズ群は、自己に入射するレーザー光束と前側レンズの光軸との角度が大きくなるほど、前記ずれ量が大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項2記載の走査光学系。

【請求項4】前記複数の後側レンズ群の別個のレンズ形状は、夫々、自己に入射するレーザー光束の前側レンズの光軸との角度に応じて異なる表式で表される光学面を有する形状であることを特徴とする請求項1記載の走査光学系。

【請求項5】前記回転多面鏡に入射する複数のレーザー光束は、前記回転多面鏡の偏方向反射面の近傍において交差することを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の走査光学系。

【請求項6】前記前側レンズ群は、その光軸が、前記回転多面鏡の中心軸に直交する方向と平行な状態で、前記複数のレーザー光束の交差点を貫く位置に、配置されるとともに、その光軸を含んで前記回転多面鏡の中心軸に直交する主走査平面を対称面として対称となるレンズ形状に、形成されていることを特徴とする請求項5記載の走査光学系。

【請求項7】前記回転多面鏡に入射する複数のレーザー光束は、前記主走査平面の一方側においてこの主走査平面に対して互いに異なる角度で傾く2本のレーザー光束と、この主走査平面の他方側においてこの主走査平面に対して互いに異なる角度で傾く2本のレーザー光束とかなり、

前記主走査平面に近い側を通る2本のレーザー光束は、

前記主走査平面に対する角度の絶対値が互いに等しく、前記主走査平面から離れた側を通る2本のレーザー光束は、前記主走査平面に対する角度の絶対値が互いに等しいことを特徴とする請求項6記載の走査光学系。

【請求項8】前記主走査平面に対する角度の絶対値が互いに等しい2本のレーザー光束が入射する後側レンズ群は、互いに同じレンズ形状であることを特徴とする請求項7記載の走査光学系。

【請求項9】前記複数の後側レンズ群は、すべて異なるレンズ形状を有することを特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載の走査光学系。

【請求項10】前記回転多面鏡に入射する複数のレーザー光束は、前記主走査平面に投影された場合、前記前側レンズ群の光軸に対して所定の角度にて傾いていることを特徴とする請求項6乃至9の何れかに記載の走査光学系。

【請求項11】前記各後側レンズ群は、前記副走査方向においてレーザー光束を収束させるパワーが前記主走査方向においてレーザー光束を収束させるパワーよりも強いアナモフィック光学系であることを特徴とする請求項1乃至10の何れかに記載の走査光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラーレーザープリンターやカラーレーザーコピーに利用される走査光学系に、関する。

## 【0002】

【従来の技術】コンピュータ出力用やコピー装置に組み込まれて使用されるカラープリンターにおいては、一般に、高速にカラー印刷したいとの要望があることから、イエロー(Y), マゼンダ(M), シアン(C), ブラック(B)の各色成分毎に感光ドラムや帶電器や現像器を備えたタイプのカラーレーザープリンターが主流となっている。その各感光ドラムの感光面上に静電潜像を形成するための走査光学系としては、各感光ドラムに回転多面鏡と結像光学系とを1組ずつ備えたものもあるが、回転多面鏡と結像光学系とを4組用意するのはコスト的に問題がある。そのため、近年では、1つの回転多面鏡を共通に利用することにより複数本のレーザー光束を同時に偏方向するとともに、それ以後において各レーザー光束をこれらに個々に対応する結像光学系に夫々入射させて各感光ドラムに導く走査光学系が、提案されている。

【0003】なお、このように1つの回転多面鏡を用いて複数のレーザー光束を一度に偏方向する場合、副走査方向に分離して配置された各結像光学系に向けてレーザー光束を夫々入射させるためには、各レーザー光束を、回転多面鏡の反射面に対し、当該中心軸に直交する平面に対して傾いた状態で入射させるか、或いは、副走査内で互いにある程度の間隔だけ離した状態で該中心軸に直交するように入射させる必要がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前者のように、当該中心軸に直交する平面に対して傾けた各レーザー光束を回転多面鏡の偏向反射面に入射させる場合、偏向されたレーザー光束により走査対象面上に描かれる軌跡である走査線は、副走査方向へ湾曲する。このとき、結像光学系を構成するレンズのうち、副走査方向に収束パワーを有するレンズであって他のレンズよりも走査対象面の近くに配置されているレンズを、そのレンズに入射するレーザー光束に対して副走査方向へ偏心させれば、感光面上の走査線の湾曲をある程度抑えることができる。しかしながら、偏心量はレンズに入射するレーザー光束の角度に応じて異なるので、このようなレンズは広い有効範囲を持つように、製造されねばならないために、その加工は極めて難しかった。然も、加工が難しいレンズを4組用意せねばならないために、この走査光学系全体の製造コストが高くなってしまうという問題がある。

【0005】一方、後者のように、副走査方向に離間させて平行に並べた各レーザー光束を回転多面鏡の偏向反射面に入射させる場合、各結像光学系の光軸上に沿ってレーザー光束を通過させることができるので、感光面上の走査線を直線状にすることができる。しかしこのとき、回転多面鏡の副走査方向の幅を大きくせねばならないし、また、このような回転多面鏡の大型化に伴って、それを高速回転させるモーターもパワーの強いものを用意せねばならないので、やはりコスト的に問題がある。

【0006】本発明は、上述したような問題点に鑑みてなされたものであり、その課題は、回転多面鏡に入射される複数本のレーザー光束が回転多面鏡の中心軸に直交する平面に対して傾けられている構成を採りながら、低成本なレンズ群を利用して走査線湾曲を補正可能な走査光学系を、提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】複数の走査対象面上にレーザー光束を同時に走査するために、走査対象面と同数のレーザー光束を同時に偏向する回転多面鏡と、前記回転多面鏡により偏向された複数のレーザー光束をスポット光として収束させる結像光学系とを有し、各レーザー光束に個々に対応する前記走査対象面上においてスポット光を主走査方向に沿って走査して各感光面に走査線を形成する走査光学系であって、前記結像光学系は、前記回転多面鏡により偏向されたレーザー光束の全てが入射するよう配置された前側レンズ群と、前記感光面走査対称面上において主走査方向に直交する副走査方向に収束パワーを有するとともに前記回転多面鏡により偏向されたレーザー光束が個々に透過する複数の後側レンズ群とを有し、前記後側レンズ群は、夫々、自己に入射するレーザー光束と前側レンズ群の光軸との角度に応じて定められた別個のレンズ形状を有することを、特徴とする。

【0008】このように構成されると、後側レンズ群を構成する各レンズは、夫々、様々な偏心量に対応する広い有効範囲を持つ必要がないので、自己に入射するレーザー光束が透過する部分だけからなるレンズ形状となることが可能となる。これにより、有効範囲の広いレンズ形状を有する1種類のレンズ群を複数用意するよりも、走査光学系全体の製造コストを低く抑えられる。

【0009】なお、複数の後側レンズ群が有する別個のレンズ形状とは、互いに異なる表式で表される光学面からなるレンズ形状であってもよいし、同じ表式で表される光学面を持ち、レンズ面上におけるレーザー光束の入射位置と光学面基準軸との副走査方向のずれ量が互いに異なるようにレンズの外形に対して光学面基準軸が各々ずらされたレンズ形状であってもよい。

【0010】また、本発明の走査光学系では、回転多面鏡に入射する複数のレーザー光束が、回転多面鏡の偏向反射面の近傍において交差していても良い。この場合、回転多面鏡の中心軸方向の幅を極めて小さくできるので、回転多面鏡を小型化することができ、強いパワーを有するモーターを用いなくても良くなる。

【0011】なお、前側レンズ群は、その光軸が、回転多面鏡の中心軸に直交する方向と平行な状態で、複数のレーザー光束の交差点を貫く位置に、配置されるとともに、その光軸を含んで前記回転多面鏡の中心軸に直交する主走査平面を挟んでその両側が対面称となるレンズ形状に、形成されていても良い。

【0012】また、回転多面鏡に入射する複数のレーザー光束としては、主走査平面の一方側においてこの主走査平面に対して互いに異なる角度で傾く2本のレーザー光束と、主走査平面を挟んでその2本のレーザー光束とは反対側においてこの主走査平面に対して互いに異なる角度で傾く2本のレーザー光束とからなる4本のレーザー光束であって、主走査平面に近い側を通る2本のレーザー光束が、主走査平面に対して等角度で傾けられないとともに、主走査平面から離れた側を通る2本のレーザー光束が、主走査平面に対して等角度で傾けられても良い。この場合、主走査平面に近い側を通る2本のレーザー光束は、互いに同じレンズ形状の後側レンズ群を透過し、主走査平面から離れた側を通る2本のレーザー光束は、互いに同じレンズ形状の後側レンズ群を透過する。従つて、同じレンズ形状の後側レンズ群を2個ずつ用意すれば良いので、その製造コストを抑えることができる。

【0013】さらに、回転多面鏡に入射する複数のレーザー光束としては、主走査平面に投影された場合、前側レンズ群の光軸に対して所定の角度にて傾いていても良い。

【0014】また、後側レンズ群の形状は主走査方向について光軸に対して非対称とし、主走査平面に対して同

じ角度である 2 本のレーザー光束に対しても異なる形状としても良い。このとき、後群のレンズ形状がすべて異なることになる。

【0015】また、後側レンズ群は、副走査方向においてレーザー光束を収束させるパワーが主走査方向においてレーザー光束を収束させるパワーよりも強いアナモフィック光学系であっても良い。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本実施形態の走査光学系は、複数のレーザー光束を同時に偏向することによりレーザー光束と同数の走査対象に対して一度に走査を行えるものであり、特に、印刷用紙を 1 回搬送する間にイエロー Y, マゼンダ M, シアン C, ブラック B の色成分のトナー像を順次転写してカラー画像を高速に印刷するタイプのカラーレーザープリンターに組み込まれて使用されるものである。以下、本実施形態の走査光学系について、図面を参照しながら説明する。なお、上述したようなカラーレーザープリンターにこの走査光学系が組み込まれた際に、そのプリンターができるだけ小型化されるようにするために、本実施形態の走査光学系では、ポリゴンミラーによって偏向された 4 本のレーザー光束の光路が、折返しミラーによって折り曲げられている（図 3 参照）。そこで、先ず、直線状に展開した状態の走査光学系を、図 1 及び図 2 の光学構成図を用いて説明し、その後、その光路が折り曲げられている状態の走査光学系を、図 3 の光学構成図を用いて説明する。

【0017】本実施形態の走査光学系は、図 1 の展開図に示されるように、レーザー光源 1 と、コリメートレンズ 2 と、シリンドリカルレンズ 3 と、レーザー光束を偏向する回転多面鏡であるポリゴンミラー 5 と、このポリゴンミラー 5 により偏向されたレーザー光束を結像させる結像光学系 10 とを、備えている。結像光学系 10 は、前側レンズ群 11 と後側レンズ群 12 を含む。なお、この明細書では、走査対象面上をスポットが走査する方向を主走査方向、これに直交する方向を副走査方向とし、走査光学系中の各構成要素での方向は走査対象面上の方向を基準に説明する。また、回転多面鏡の回転軸と直交し、かつ前側レンズ群の光軸を含む面を主走査平面、前群レンズの光軸を含み主走査平面と直交する平面を副走査平面と定義する。

【0018】レーザー光源 1 から発せられたレーザー光束は、コリメータレンズ 2 において平行光束に変換され、シリンドリカルレンズ 3 を透過した後、中心軸 5 a 周りに等角速度にて回転駆動されるポリゴンミラー 5 により偏向される。ポリゴンミラー 5 により偏向されたレーザー光束は、結像光学系 10 を透過することにより、主走査方向（図 1 の紙面内における上下方向）に沿って等速度に走査対象面 S 上を走査するスポット光として形成される。

【0019】なお、コリメートレンズ 2 において平行光

束に変換されたレーザー光束は、主走査方向においては、平行光束のままポリゴンミラー 5 で反射され、結像光学系 10 の収束パワーによって走査対象面 S 上に収束される。一方、副走査方向（図 1 の紙面に対して直交する方向）においては、当該レーザー光束は、シリンドリカルレンズ 3 によりポリゴンミラー 5 の偏向反射面近傍で一旦収束され、発散光として結像光学系 10 に入射し、結像光学系 10 の収束パワーによって走査対象面 S 上にて再び収束される。このとき、結像光学系 10 によってポリゴンミラー 5 の偏向反射面と走査対象面 S とが共役関係となっているために、走査対象面 S では、ポリゴンミラー 5 の各偏向反射面の僅かな傾き（いわゆる「面倒れ」）による副走査方向における走査位置のズレが、補正される。このため、レーザー光束は、ポリゴンミラー 5 のどの偏向反射面によって反射されても、走査対象面 S における同一線上を走査する。

【0020】結像光学系 10 は、ポリゴンミラー 5 に近い側にある前側レンズ群 11 と、走査対象面 S に近い側にある後側レンズ群 12 とから、構成されている。このうちの前側レンズ群 11 は、主に主走査方向にレーザー光束を収束させるパワーを有するものであり、後側レンズ群 12 は、主に副走査方向にレーザー光束を収束させるパワーを有するとともに、主走査方向の像面湾曲や  $f \theta$  特性誤差などの収差を補正する機能をも負担するレンズである。

【0021】本実施形態の走査光学系は、図 1 に示される光学構成を副走査方向に 4 組重ねることにより、イエロー Y, マゼンダ M, シアン C, ブラック B の各色成分毎に備えられる感光ドラム 20 y, 20 m, 20 c, 20 b の感光面（走査対象面 S）に対し、一度に書き込みを行えるようにしたものである。但し、この走査光学系は、図 2 の副走査方向の展開図に示されるように、1 個のポリゴンミラー 5 と一つの前側レンズ群 11 を 4 本のレーザー光束 L1~L4 に対して共通に利用している。従つて、ポリゴンミラー 5 の一つの偏向反射面による一回の偏向によって、4 個の感光ドラム 20 y, 20 m, 20 c, 20 b に対して同時に走査を行うことができる。

【0022】なお、ポリゴンミラー 5 に入射する前の 4 本のレーザー光束 L1~L4 は、主走査平面内では前側レンズ群の光軸に対し等しい角度をもって進行するとともに、副走査平面内では偏向反射面近傍の 1 点にて交差し、その交差点 C は前側レンズ群の光軸上にある。より具体的には、ポリゴンミラー 5 に入射する 4 本のレーザー光束 L1~L4 は、主走査平面 P1 の一方側において、互いに異なる入射角度にて交差点 C に入射する 2 本のレーザー光束 L1, L2 と、主走査平面 P1 を挟んでこの 2 本のレーザー光束 L1, L2 とは反対側において、互いに異なる入射角度にて交差点 C に入射する 2 本のレーザー光束 L3, L4 とからなる。そのうち、主走査平面 P1 に近い側を通る 2 本のレーザー光束 L2, L3 は、主走査平面 P1 に対してなす

角度の絶対値が互いに等しく、主走査平面P1から離れた側を通る2本のレーザー光束L1, L4も、主走査平面P1に対してなす角度の絶対値が互いに等しくなるように交差点Cに入射する。これにより、4本のレーザー光束L1～L4は、ポリゴンミラー5によって偏向された後は、主走査平面P1から徐々に離れる方向に進行する。

【0023】結像光学系10の前側レンズ群11は、4本のレーザー光束L1～L4に対して共通に利用されるため、図2に示されるように、ポリゴンミラー5によって偏向される4本のレーザー光束L1～L4が全て透過可能な副走査方向における幅を、有している。

【0024】結像光学系10の後側レンズ群12は、4本のレーザー光束L1～L4と4個の感光ドラム20y, 20m, 20c, 20bに対応して第1～第4の後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bの4組存在し、これら後側レンズ群は、夫々、基準軸が前側レンズ群11の光軸から副走査方向へ平行にシフトされた状態で、配置されている。そのシフト量（偏心量）は、主走査平面P1から徐々に離れるように進行するレーザー光束L1～L4が、夫々各後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bの基準軸から副走査方向に所定量ずれた位置に入射するように決定されている。

【0025】各後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bの基準軸のレーザー光束に対するずらし方向は、各レーザー光束L1～L4が前側レンズ群11の軸外を透過することによって生じる走査線の副走査方向への湾曲が、各感光ドラム20y, 20m, 20c, 20bの感光面（走査対象面S）上において打ち消される方向であり、図2に示されるように、後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bの基準軸が主走査平面P1に近寄る方向である。また、そのずらし量は、感光面上で走査線がほぼ直線となる距離であり、前後側レンズ群11, 12の光学特性、交差点Cと前側レンズ群11との距離、及び、主走査平面P1における前側レンズ群11と後側レンズ群12との距離が定まっているのであれば、交差点Cにおいてレーザー光束L1～L4が主走査平面P1に対して傾く角度によって決まる。なお、実施形態において後群レンズ群の基準軸とは、後群レンズ群の面形状を表式で表した場合の原点を通る軸である。

【0026】なお、前側レンズ群11が、主走査平面P1を対称面としてその両側が対称であるレンズ面形状に形成されている場合、主走査平面P1に対し互いに等しい角度で前側レンズ群11に入射するレーザー光束による走査線に生じる湾曲の度合いは互いに等しくなる。そのため、後側レンズ群12yと12bのずらし量は互いに等しく、後側レンズ群12mと12cのずらし量も互いに等しくなるように調整される。

【0027】さらに、レーザー光束L1, L4の主走査平面P1に対する角度はレーザー光束L2, L3の主走査平面P1に対する角度より大きいので、レーザー光束L1, L4による

走査線の湾曲の度合いが、レーザー光束L2, L3による走査線の湾曲の度合いよりも大きい。これに対応して、第1及び第4の後側レンズ群12y, 12bのずらし量は、第2及び第3の後側レンズ群12m, 12cのずらし量よりも大きいものとなっている。

【0028】第1乃至第4の後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bのレンズ形状は、それぞれの後群レンズ群に入射するレーザー光束が前側レンズ光軸とのなす角度に応じた適切な収差補正効果が得られるように、10別個に定められている。本実施形態では、第1, 第4の後側レンズ群12y, 12bに入射するレーザー光束L1, L4、および第2, 第3の後側レンズ12m, 12cに入射するレーザー光束L2, L3の前側レンズ11の光軸に対する角度の絶対値はそれぞれ等しい。そこで、第1, 第4の後側レンズ群12y, 12bと第2, 第3の後側レンズ群12m, 12cとを、それぞれ主走査方向の形状が副走査平面に対し対称な同一形状のレンズから構成し、主走査平面P1を挟んでその両側に対称に配置している。なお、第1乃至第4の後側レンズ12y, 12m, 12c, 12bの副走査方向の形状は非対称である。

【0029】以上に示した走査光学系の構成は、直線状に展開したものであるが、上述したように、本実施形態の走査光学系は、走査された4本のレーザー光束L1～L4の光路が、折返しミラーによって折り曲げられている。具体的には、図3に示されるように、4組の後側レンズ群12が、前側レンズ群11の光軸から図3の下方へ平行にオフセットした仮想直線上において、所定の間隔（具体的には、各々を透過後のレーザー光束L1～L4のビーム軸が等間隔となるような間隔）に配置されている。

【0030】また、前側レンズ群11と各後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bとの間の光路には、前側レンズ群11を透過した4本のレーザー光束L1～L4をそれらに個々に対応する後側レンズ群12へ向けて反射させるための2枚一組の折返しミラー（第1及び第2折返しミラー6, 7）が、介在している。具体的には、前側レンズ群11を透過した4本のレーザー光束L1～L4のビーム軸上には、夫々、そのビーム軸を一旦、対応する後側レンズ群12から離れる側へ折り曲げる第1折返しミラー6が、配置されている。そして、これら第1折返しミラー6によって折り曲げられたビーム軸上には、このビーム軸を後側レンズ群12に入射させるように更に折り曲げる第2折返しミラー7が、配置されている。従って、第2折返しミラー7によって折り曲げられたビーム軸は、第1折返しミラー6によって折り曲げられる前のビーム軸に交差する。

【0031】各後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bの光束射出側における各後側レンズ群12y, 12m, 12c, 12bからほぼ等距離の位置には、夫々、対応する感光ドラム20y, 20m, 20c, 20

b が配置されている。各感光ドラム 20y, 20m, 20c, 20b は、互いに同じ大きさの円柱形状の外形を有するように形成され、その中心軸を主走査方向と平行な方向へ向けた状態で、前側レンズ群 1 の光軸と平行な方向に等間隔に並べられているとともに、その中心軸周りに回転可能に設置されている。

【0032】次に、本実施形態の走査光学系の具体的な実施例を 3 例説明する。

### 【0033】

【実施例 1】第 1 の実施例では、第 2, 第 3 の後側レンズ群 12m, 12c はレーザー光束 L2, L3 による走査線に対して適正に収差補正できるように設定された光学面を持つ単レンズであり、第 1, 第 4 の後側レンズ群 12y, 12b は第 2, 第 3 の後側レンズと同一の表式で表される光学面をその基準軸とレンズ外形中心との距離を変化させた面を持つ単レンズである。

【0034】図 4 は、第 1 の実施例による走査光学系の主走査方向における説明図であり、図 5 及び図 6 は、第 1 の実施例による走査光学系の副走査方向における説明図である。なお、図 4 は、シリンドリカルレンズ 3 から走査対象面（感光ドラム 20y, 20m, 20c, 20b の感光面）S までにおけるレーザー光束 L1～L4 に対する光路を示し、図 5 は、レーザー光束 L2, L3 に対する光路を示し、図 6 は、レーザー光束 L1, L4 に対する光路を示している。これらの図では、第 1 及び第 2 折返しミラー 6, 7 を省略し、前側レンズ群 1 と後側レンズ群 12y, 12m, 12c, 12b との間の光路を直線状に展開して示している。また、レーザー光束 L2, L3 に関する光路は、主走査平面 P1 を挟んで対称な位置にあるので、図 5においては何か一方側のものを代表させて示している。さらに、レーザー光束 L1, L4 に関する光路についても同様に、図 6においては何か一方側のものを代表させて示している。

【0035】この第 1 の実施例の結像光学系 10 の前側レンズ群 11 は、両面が共に回転非対称非球面として形成された第 1 レンズ 11a と、入射側の面が平面に形成されるとともに射出側の面が球面として形成された第 2 レンズ 11b とから、構成されている。また、その後側レンズ群 12y, 12m, 12c, 12b は、それぞれ、入射側の面が回転非対称非球面として形成されるとともに射出側の面が球面として形成された 1 枚のレンズか

ら、構成されている。なお、後側レンズ群のことを、以下では単に「後側レンズ」という。

【0036】後側レンズ 12m, 12c の入射側の回転非対称非球面は、その面に接する仮想的な基準平面からのサグ量が基準平面内で主走査方向及び副走査方向の二次元座標を変数とする多項式により定義される光学面であり、後側レンズ群の基準軸とはこの二次元座標の原点を通る軸である。後側レンズ 12y, 12b の入射側の回転非対称非球面は、後側レンズ 12m, 12c の回転対称非球面と同一の多項式により定義される光学面の、レンズ外形中心と基準軸との距離を変えたものである。

【0037】図 4 乃至図 6 に示される第 1 の実施例の走査光学系の近軸における具体的な数値構成を、表 1 に示す。この表 1において、記号  $\alpha$  は、主走査平面 P1 に投影した場合におけるポリゴンミラー 5 に入射するレーザー光束 L1～L4 の前側レンズ群 1 1 の光軸に対する角度であり、記号  $\beta_1$  は、副走査平面 P2 に投影した場合におけるポリゴンミラー 5 に入射するレーザー光束 L2, L3 のビーム軸の前側レンズ群 1 1 の光軸に対する角度（絶対値）であり、記号  $\beta_2$  は、副走査平面 P2 に投影した場合におけるポリゴンミラー 5 に入射するレーザー光束 L1, L4 のビーム軸の前側レンズ群 1 1 の光軸に対する角度（絶対値）であり、記号  $r$  は、レンズ面の近軸曲率半径（単位は [mm]）であり、記号  $d$  は、直後のレンズ面との間における前側レンズ群 1 1 の光軸上での距離（単位は [mm]）であり、記号  $n$  は、設計波長 780nm での各レンズの屈折率であり、偏心量は、前側レンズ群の光軸に対する後側レンズ基準軸の副走査方向へのシフト量（単位は [mm]）であり、ずらし量は、レンズの外形中心と基準軸との副走査方向の距離（単位は [mm]）である。また、（内／外）のうち、「内」はレーザー光束 L2, L3 に関する光学系を示し、「外」はレーザー光束 L1, L4 に関する光学系を示す。なお、全系の焦点距離は、200mm であり、走査対象面 S 上の有効走査幅を走査するのに必要な画角の半値は、30.9° であり、偏向基準点（前側レンズ群 1 1 の前側焦点に一致する点であって、ポリゴンミラー 5 の偏向反射面で反射したレーザー光束が副走査平面 P2 に沿つて進行する時における偏向反射面上の偏向点）から第 1 面までの距離は、33.0 [mm] である。

### 【0038】

#### 【表 1】

面番号	r	d (内／外)	n	偏心量 (内／外)
1	-72.40	5.0	1.4862	
2	-66.00	2.0	-	
3	$\infty$	10.0	1.5107	
4	-121.40	108.0 / 110.4	-	
5	-756.70	5.0	1.4862	2.11 / 6.22
6	-1045.70	-	-	-

この表1において、第1面及び第2面が前側レンズ群1 1 の第1レンズ1 1 aを示し、第3面及び第4面が前側レンズ群1 1 の第2レンズ1 1 bを示し、第5面及び第6面が後側レンズ1 2 を示している。第5面のrは基準軸上の曲率半径である。

$$X(h) = Ch^2 / [1 + \sqrt{[1 - (\kappa + 1)C^2 h^2]}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 \quad \dots \quad (1)$$

上式(1)中、Cは非球面の光軸上での曲率(表1のrの逆数)、κは円錐係数、A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>は夫々4次、6次、8次の非球面係数である。第1面及び第2面の円錐係数κ

面番号	κ	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>
1	0.000	$6.657 \times 10^{-6}$	$6.491 \times 10^{-11}$	$0.000 \times 10^0$
2	0.000	$5.582 \times 10^{-6}$	$6.714 \times 10^{-10}$	$0.000 \times 10^0$

また、第5面は、その面に接する仮想的な基準平面からのサグ量が基準平面内で主走査方向及び副走査方向の二次元座標を変数とする多項式により定義される光学曲面であり、この2次元座標は、基準平面に直交する単一の基準軸とこの基準平面との交点を原点として定義され

$$X(Y, Z) = (Y^2 + Z^2) / [r[1 + \sqrt{[1 - (\kappa + 1)(Y^2 + Z^2)/r^2]}]] + \sum \Sigma B(m, n) Y^m Z^n \quad \dots \quad (2)$$

上式(2)中、rは基準軸上の曲率半径、κは円錐係数、B(m, n)は非球面係数である。非球面係数B(m, n)の値を、表3に示す。なお、第5面の円錐係数κは0.000であ

B(m, n)	n=0	n=1	n=2	n=4	n=6
m=0	—	$6.209 \times 10^{-3}$	$1.735 \times 10^{-2}$	$4.307 \times 10^{-6}$	$1.194 \times 10^{-9}$
m=2	0.000	$1.218 \times 10^{-7}$	$-4.888 \times 10^{-7}$	$-3.094 \times 10^{-10}$	0.000
m=4	$1.162 \times 10^{-7}$	$-5.644 \times 10^{-11}$	$1.158 \times 10^{-11}$	0.000	0.000
m=6	$-9.586 \times 10^{-12}$	0.000	0.000	0.000	0.000
m=8	$5.348 \times 10^{-16}$	0.000	0.000	0.000	0.000

主走査方向については、奇数次(m=1, 3, 5, ...)の項の非球面係数は0であるために、第5面は、主走査方向に関しては形状の変化が原点に対して対称となる。この表3では、mについては奇数次の項を省略している。また、副走査方向については、1次成分のみを含む項の非球面係数B(m, 1)を除く奇数次(n=3, 5, ...)の項の係数は0であるが、非球面係数B(m, 1)が0以外である(但し、(m=0, 2, 4)の場合)ために、第5面は、副走査方向に関しては傾いている。この表3では、nについては1次成分以外の奇数次の項を省略している。

【0044】図7は、第1の実施例の走査光学系におけるレーザー光束L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>に対する光学性能を示すグラフであり、(a)は、fθ誤差(スポット位置の理想位置からのズレ)を示し、(b)は、走査線湾曲(スポット位置の副走査方向へのズレ)を示す。何れのグラフも縦軸yは、像高、即ち、感光ドラム上で走査中心を基準にした主走査方向の距離を示し、横軸zは、各収差の発生量を示しており、単位は何れも[mm]である。レーザー光束L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>に対する後側レンズ1 2 m, 1 2 cは、主走査平面P1に近い側を通るレーザー光束L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>による走査線を適正に補正するように設計されている。そのため、図7

【0039】このうち、第1面及び第2面は、光軸での接平面から高さhの点までの光軸と平行な方向におけるサグ量X(h)が以下の式(1)で表される回転対称な非球面である。

#### 【0040】

と非球面係数を、夫々表2に示す。

#### 【0041】

#### 【表2】

る。具体的には、第5面は、基準平面上での主走査方向の高さをY、副走査方向の高さをZの点(Y, Z)におけるサグ量X(Y, Z)が以下の式(2)で表される回転非対称非球面である。

#### 【0042】

$$X(Y, Z) = (Y^2 + Z^2) / [r[1 + \sqrt{[1 - (\kappa + 1)(Y^2 + Z^2)/r^2]}]] + \sum \Sigma B(m, n) Y^m Z^n \quad \dots \quad (2)$$

20 る。

#### 【0043】

#### 【表3】

30 に示されるように、何れの収差とも良好に補正されている。

【0045】後側レンズ1 2 y, 1 2 bは、後側レンズ1 2 m, 1 2 cと同一の光学曲面を持つが、その基準軸のレンズ外形中心に対するずらし量が異なる。従って、後側レンズ1 2 y, 1 2 bと1 2 m, 1 2 cとではレンズの同一箇所に入射する光束に対する作用が異なる。レーザー光束L<sub>1</sub>, L<sub>4</sub>に対する(a) fθ誤差と(b)走査線湾曲とを示すグラフを、図8に示す。この図8に示されるように、レーザー光束L<sub>1</sub>, L<sub>4</sub>に対しても諸収差がある程度良好に補正される。

#### 【0046】

【実施例2】第2の実施例は、上述した第1の実施例とは逆に、第1, 第4の後側レンズ群1 2 y, 1 2 bがレーザー光束L<sub>1</sub>, L<sub>4</sub>による走査線に対して適正に収差補正できるように設定された光学面を持ち、第2, 第3の後側レンズ群1 2 m, 1 2 cは第1, 第4の後側レンズと同一の表式で表される光学面をその基準軸とレンズ外形中心との距離を変化させた面を持つ。第1乃至第4の後側レンズ群1 2 y, 1 2 m, 1 2 c, 1 2 bはいずれも単レンズから構成されている。

【0047】図9は、第2の実施例による走査光学系の主走査方向における説明図であり、図10及び11は、第2の実施例による走査光学系の副走査方向における説明図である。なお、図9は、シリンドリカルレンズ3から走査対象面（感光ドラム20y, 20m, 20c, 20bの感光面）Sまでにおけるレーザー光束L1～L4に対する光路を示し、図10は、レーザー光束L1, L4に対する光路を示し、図11は、レーザー光束L2, L3に対する光路を示している。これらの図では、第1及び第2折返ミラー6, 7を省略し、前側レンズ群11と後側レンズ12y, 12m, 12c, 12bとの間の光路を直線状に展開して示している。

【0048】この走査光学系の近軸における具体的な数値構成を、表4に示す。なお、記号の意味やその他の条件については、表1に示されたものと同様である。

#### 【0049】

##### 【表4】

	$\alpha=80^\circ$	$\beta_1=1.15^\circ$	$\beta_2=3.48^\circ$	
				ズラレ量(内/外)=0.6/2.0
面番号	r	d(内/外)	n	偏心量
1	-72.40	5.0	1.4882	
2	-65.00	2.0	-	
3	$\infty$	10.0	1.5107	
4	-121.40	105.4/108.0	-	
5	-817.40	5.0	1.4882	2.06/6.08
6	-1171.00	-	-	-

また、第1及び第2レンズ11a, 11bは、第1の実

B(m, n)	n=0	n=1	n=2	n=4	n=6
m=0	-	$1.950 \times 10^{-2}$	$1.713 \times 10^{-2}$	$4.244 \times 10^{-6}$	$1.194 \times 10^{-9}$
m=2	0.000	$3.148 \times 10^{-7}$	$-5.098 \times 10^{-7}$	$-3.703 \times 10^{-10}$	0.000
m=4	$1.282 \times 10^{-7}$	$-1.600 \times 10^{-10}$	$1.642 \times 10^{-11}$	0.000	0.000
m=6	$-9.157 \times 10^{-12}$	0.000	0.000	0.000	0.000
m=8	$5.189 \times 10^{-16}$	0.000	0.000	0.000	0.000

図12は、第2の実施例の走査光学系におけるレーザー光束L1, L4に対する光学性能を示すグラフであり、(a) fθ誤差、及び、(b)走査線湾曲を示す。レーザー光束L1, L4に対する後側レンズ12y, 12bは、主走査平面P1から離れた側を通るレーザー光束L1, L4による走査線を適正に補正するように設計されている。そのため、何れの収差とも良好に補正されている。

【0052】レーザー光束L2, L3に対する(a) fθ誤差と(b)走査線湾曲とを示すグラフを、図13に示す。この図13に示されるように、レーザー光束L2, L3のに対しても、やはり、諸収差がある程度良好に補正される。

#### 【0053】

【実施例3】第3の実施例の走査光学系は、第2、第3の後側レンズ12m, 12cを内側用として適正に設計するとともに、第1、第4の後側レンズ12y, 12bを

施例と同じものであるので、第2の実施例における式(1)の非球面係数A<sub>4</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>8</sub>は、表2に示されたものと同じである。

【0050】第5面における非球面係数B(m, n)の値を、表5に示す。なお、第5面の円錐係数κは0.000である。

#### 【0051】

##### 【表5】

外側用として適正に設計したものである。第3の実施例の走査光学系を直線状に展開した説明図は、図4及び図5と図9及び図10とに示されたものと同じであるので、図示を省略する。

【0054】この走査光学系の近軸における具体的な数値構成を、表6に示す。なお、記号の意味やその他の条件については、表1に示されたものと同様である。

#### 【0055】

##### 【表6】

15

$\alpha=80^\circ$	$\beta_1=1.15^\circ$	$\beta_2=3.46^\circ$			
ずらし量(内/外)=0.6/2.0					
面番号	r	d	n	偏心量	
1	-72.40	5.0	1.4862		
2	-66.00	2.0			
3	$\infty$	10.0	1.5107		
4	-121.40	108.0			
5(内)	-758.70	5.0	1.4862	2.11	
6(内)	-1045.70	-	-	-	
6(外)	-817.40	5.0	1.4862	6.08	
6(外)	-1171.00	-	-	-	

また、第1及び第2レンズ1 1 a, 1 1 bは、第1及び第2の実施例と同じものであるので、第3の実施例における式(1)の非球面係数は、表2に示されたものと同じである。

【0056】さらに、レーザー光束L2, L3が通る後側レンズ1 2 m, 1 2 cの第5面における非球面係数B(m, n)の値は、表3に示されたものと、また、レーザー光束L1, L4が通る後側レンズ1 2 y, 1 2 bの第5面における非球面係数B(m, n)の値は、表5に示されたものと同じである。

【0057】この第3の実施例のように構成されることにより、後側レンズ1 2 m, 1 2 c, 1 2 y, 1 2 bにより補正されるfθ誤差や走査線湾曲は、図7及び図12に示される結果となるために、何れの収差とも最も良好に補正される。

【0058】以上に示されるように、本実施形態の走査光学系においては、各レーザー光束L1~L4が主走査平面P1に対して傾く角度が2種類( $\beta_1, \beta_2$ )ある。このとき、上記の第3の実施例において示されるように、2種類の後側レンズを用意すれば、各感光ドラムの感光面上では、諸収差を最も良好に補正することができる。また、これら後側レンズは、入射する光束の前側レンズ光軸に対する角度に応じて設定されたレンズ形状を有するため、従来のものほど有効範囲の広くする必要はなく、十分低廉に製造することができる。

【0059】また、主走査平面P1に対して各レーザー光束L1~L4が傾く角度が3種類以上あっても、その夫々に合わせて3種類以上の後側レンズ1 2を用意すれば、各感光ドラムの感光面上では、諸収差を最も良好に補正することができる。

【0060】さらに、主走査平面P1に関して対称となるようにレーザー光束L1~L4を偏向反射面に入射させるとともに前側レンズ群1 1を主走査平面を対称面として対称に形成すれば、後側レンズ群に入射するレーザー光束L1, L4およびL2, L3はそれぞれ主走査平面P1に対する角度の絶対値が等しくなるので、対応する後側レンズ群1 2 y, 1 2 bおよび1 2 m, 1 2 cを同一形状のレンズとして形成することができ、その分製造コストを下げることができる。

16

【0061】なお、4本のレーザー光束L1~L4を偏向反射面近傍で交差させることにより、ポリゴンミラー5の中心軸と平行な方向における幅を非常に小さくすることができます。これにより、ポリゴンミラー5を極めて薄く作ることができるために、その製造コストを下げられる。また、そのポリゴンミラー5を回転駆動させるモーターもパワーの強いものでなくても良くなる。

【0062】また、第1及び第2の実施例において示されるように、後側レンズ群1 2を4組全て同じ表式で表される光学曲面を持つ形状として、レンズ外形中心に対する光学曲面基準軸のずらし量をレーザー光束の前側レンズ群光軸に対する角度に応じて変更することによっても、諸収差がある程度良好に補正される。このように後側レンズ群1 2を4組全て同じ形状とする場合、図14の説明図に示されるように、各後側レンズ群1 2 y, 1 2 m, 1 2 c, 1 2 bを、1つのレンズ形状におけるレーザー光束が透過する部分を中心としてその中心周りのみを切り出した形状(部分形状)としても良い。

【0063】なお、以上においては、色成分がイエローY, マゼンダM, シアンC, ブラックBの4色の場合について説明したが、色成分が例えばイエローY, マゼンダM, シアンCの3色の場合であっても、本発明の走査光学系による効果を得ることができる。この場合には、3色に対応する3本のレーザー光束のうち、1本のレーザー光束を主走査平面P1に沿って交差点Cに入射させ、残りの2本のレーザー光束を主走査平面P1の両側から互いに等角度で交差点Cに入射されれば良い。

#### 【0064】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の走査光学系は、回転多面鏡に入射される複数本のレーザー光束がその中心軸に直交する平面に対して傾けられている構成を探りながらも、低コストで走査線の湾曲が補正された走査光学系を得ることができる。これにより、走査光学系全体の製造コストを引き下げる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態による走査光学系の光学構成を示す主走査方向の展開図

【図2】 走査光学系の光学構成を示す副走査方向の展開図

【図3】 走査光学系の光学構成を示す副走査方向の説明図

【図4】 第1の実施例の走査光学系の主走査方向における展開図

【図5】 第1の実施例の走査光学系における主走査平面に近い側の光学構成を示す副走査方向の展開図

【図6】 第1の実施例の走査光学系における主走査平面から離れた側の光学構成を示す副走査方向の展開図

【図7】 第1の実施例の走査光学系における主走査平面に近い側の光学構成による諸収差を示すグラフ

【図8】 第1の実施例の走査光学系における主走査平

17

面から離れた側の光学構成による諸収差を示すグラフ  
 【図 9】 第2の実施例の走査光学系の主走査方向における展開図

【図 10】 第2の実施例の走査光学系における主走査平面から離れた側の光学構成を示す副走査方向の展開図

【図 11】 第2の実施例の走査光学系における主走査平面に近い側の光学構成を示す副走査方向の展開図

【図 12】 第2の実施例の走査光学系における主走査平面から離れた側の光学構成による諸収差を示すグラフ

【図 13】 第2の実施例の走査光学系における主走査平面に近い側の光学構成による諸収差を示すグラフ

【図 14】 後側レンズ群のレンズ形状を示す説明図

【符号の説明】

1 レーザー光源

18

コリメートレンズ

シリンドリカルレンズ

ポリゴンミラー

第1折返しミラー

第2折返しミラー

結像光学系

前側レンズ群

第1レンズ

第2レンズ

後側レンズ群

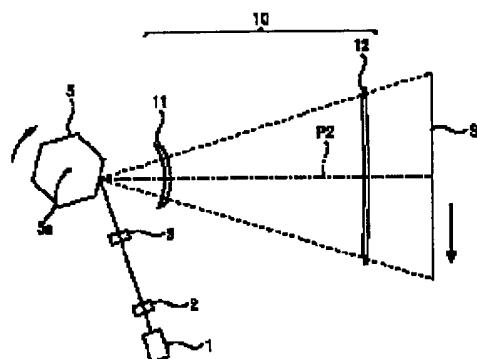
感光ドラム

感光ドラム

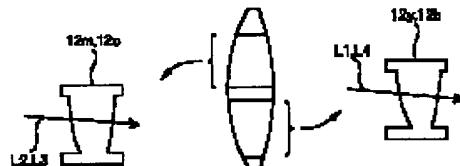
感光ドラム

感光ドラム

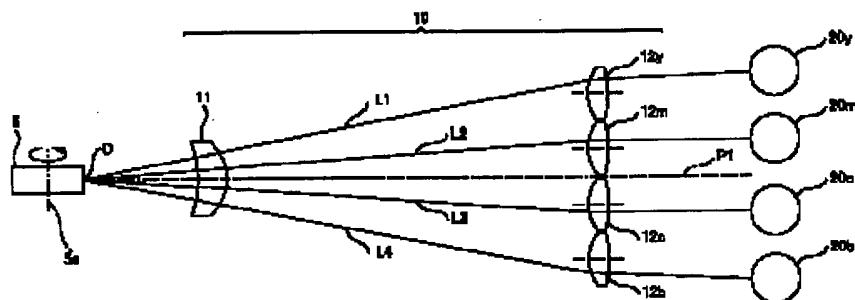
【図 1】



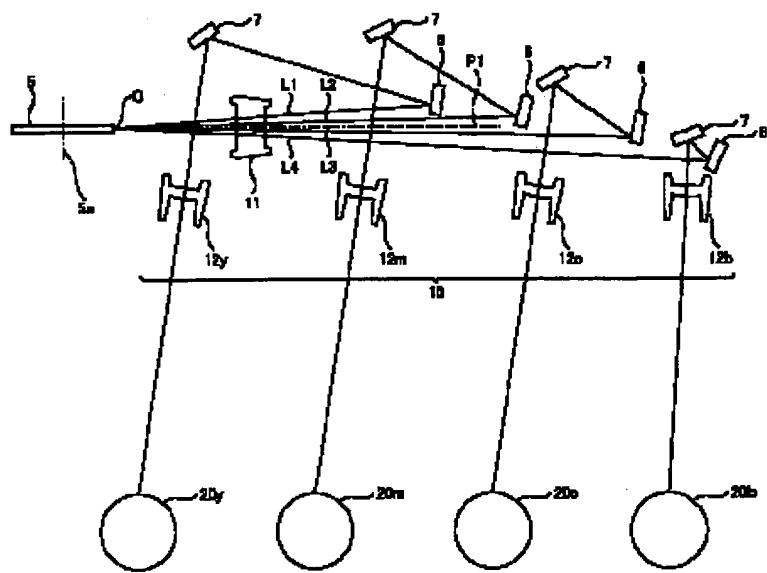
【図 14】



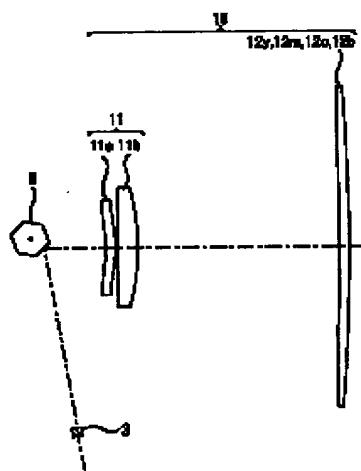
【図 2】



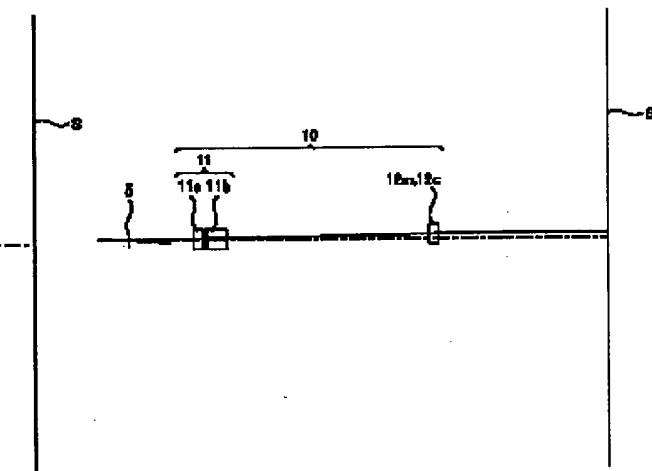
【図 3】



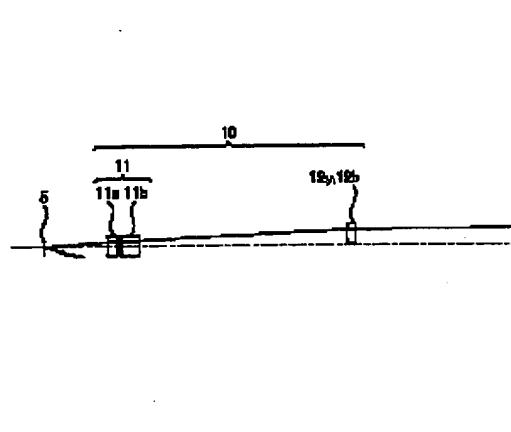
【図 4】



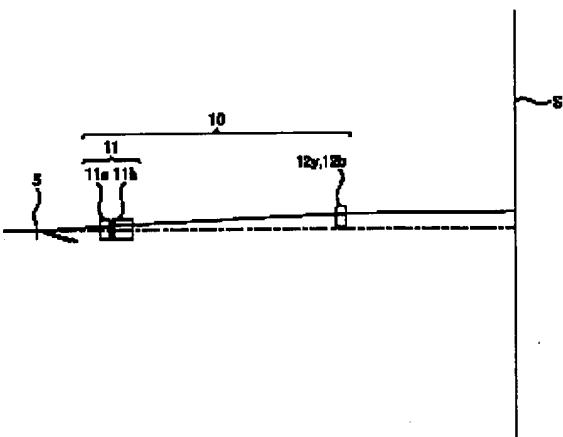
【図 5】



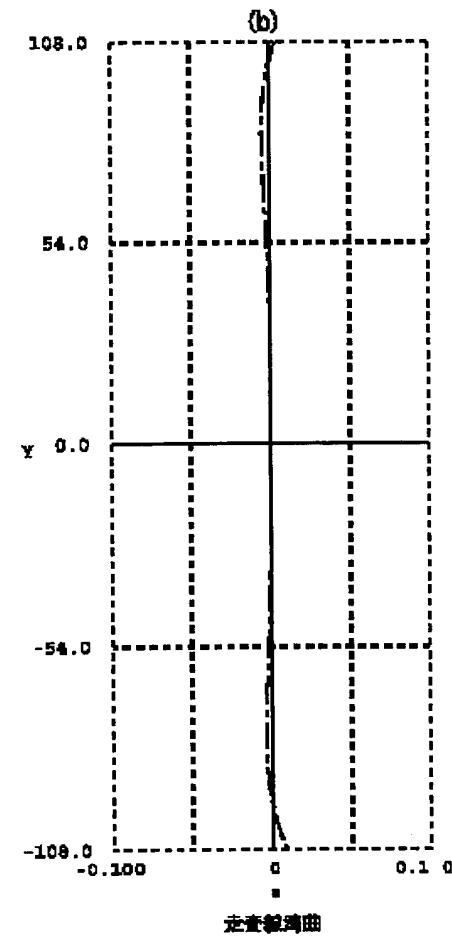
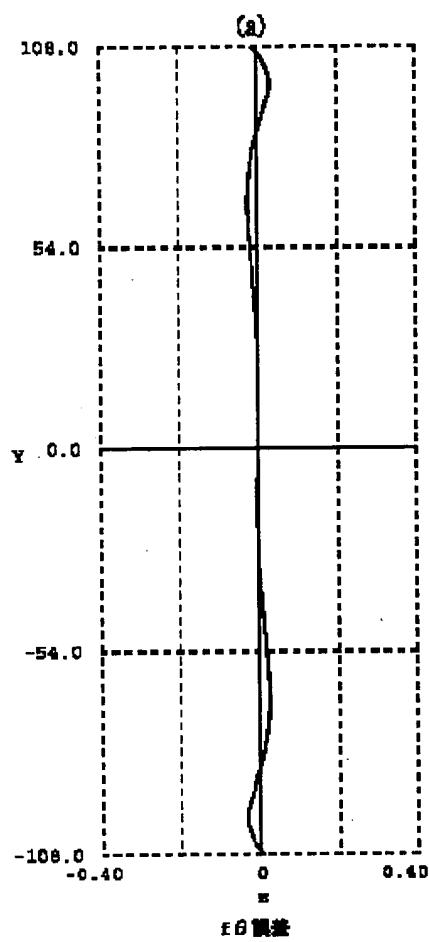
【図 6】



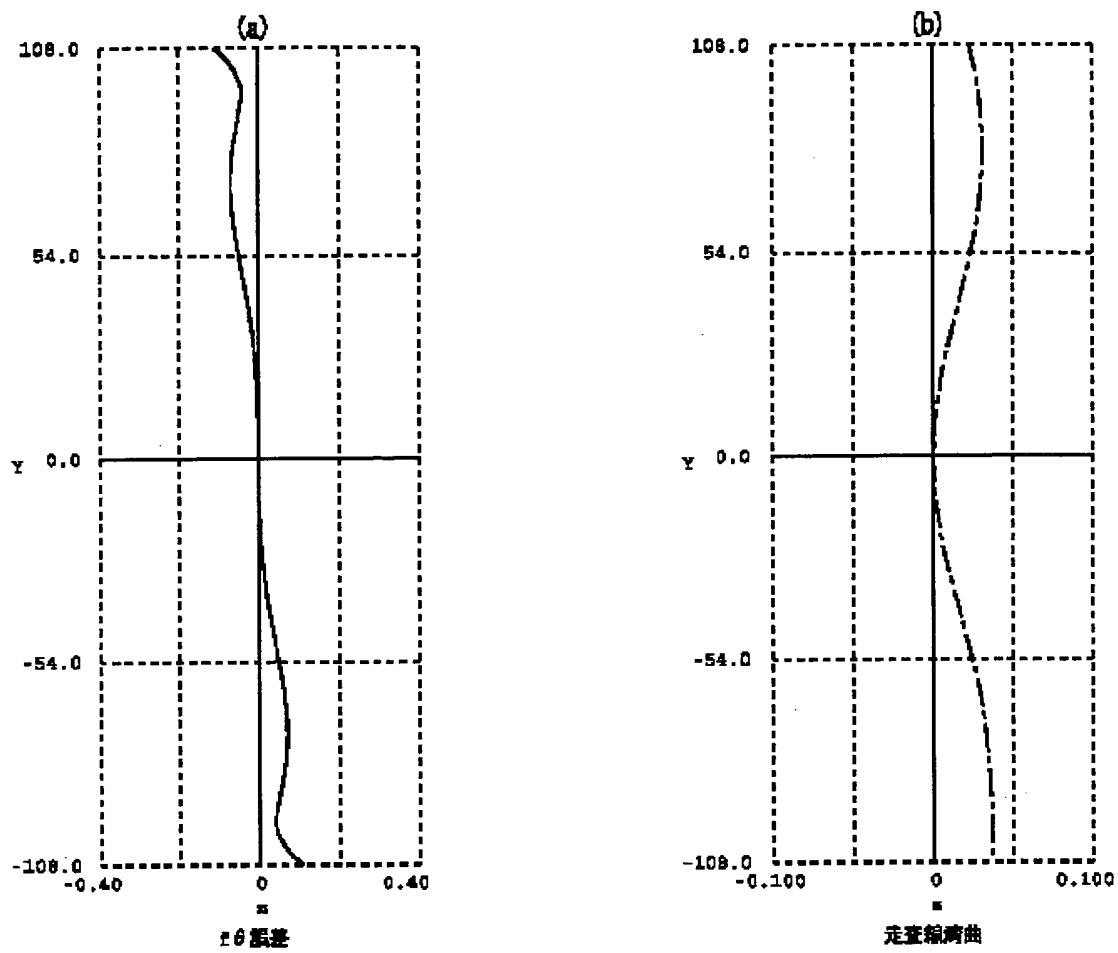
【図 10】



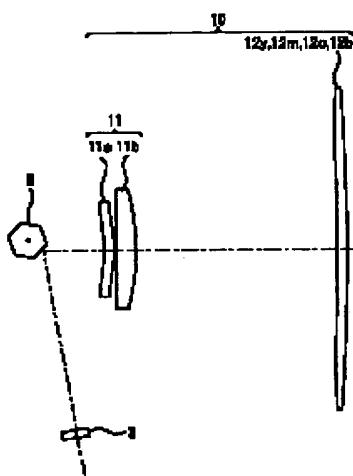
【図 7】



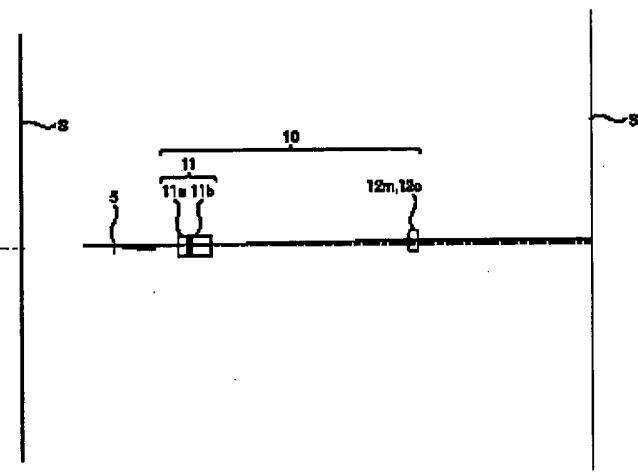
【図 8】



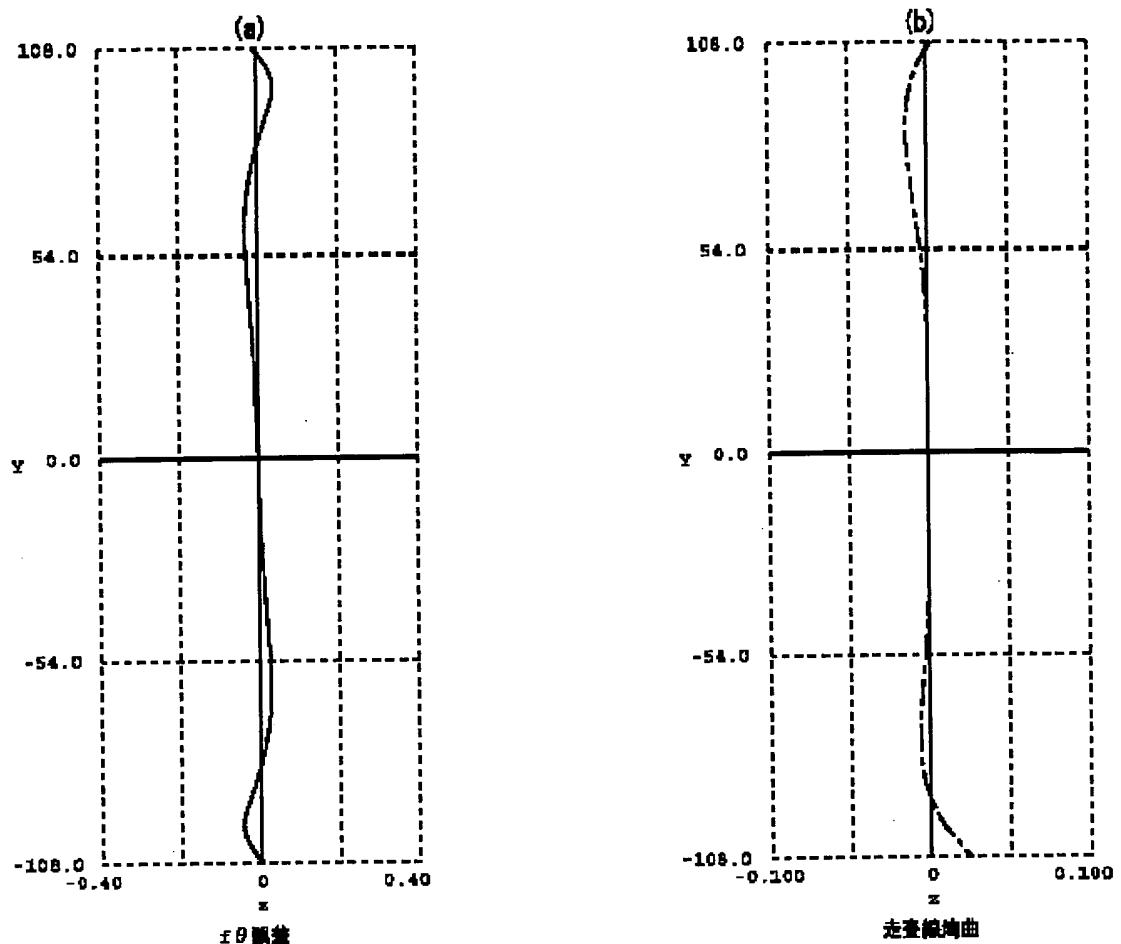
【図 9】



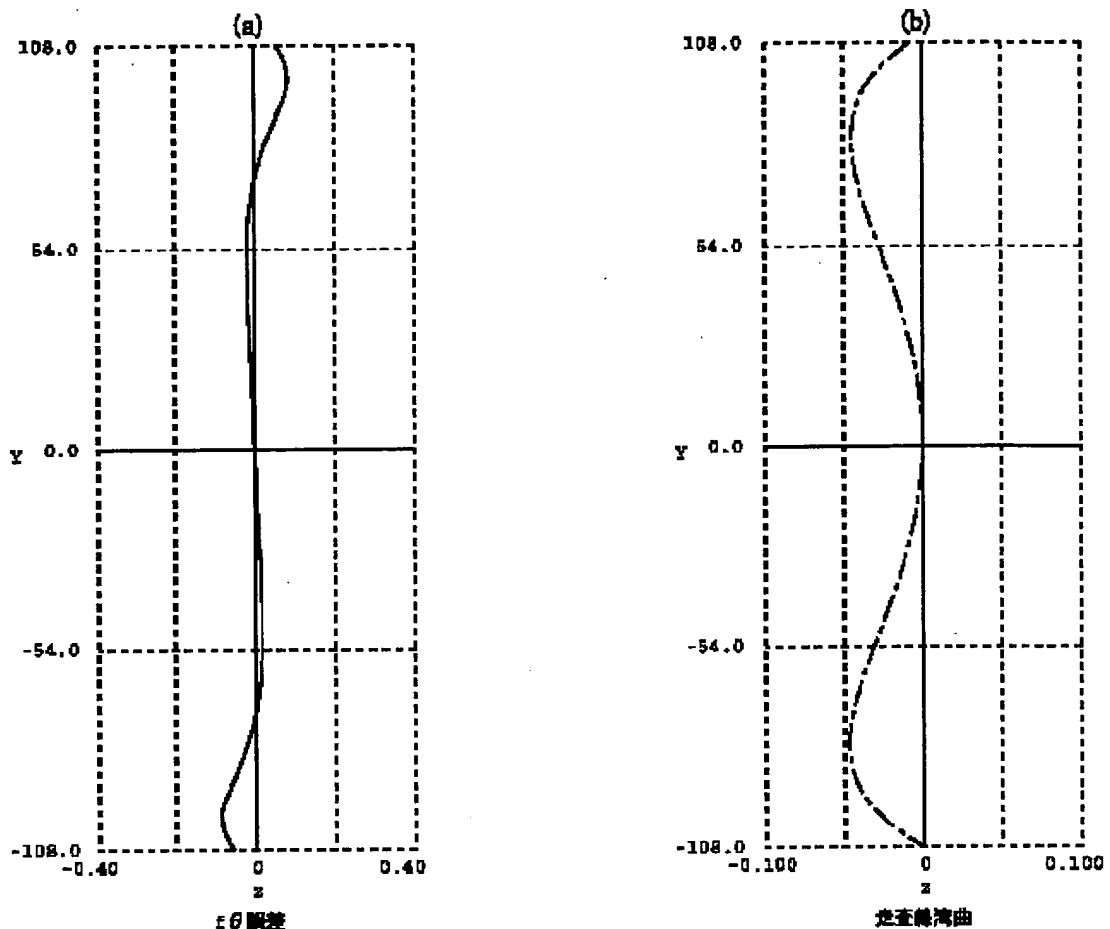
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
13/08  
13/18  
H04N 1/113

識別記号

F I  
13/18  
B41J 3/00  
H04N 1/04

テーマコード (参考)

D  
104  
A

F ターム (参考)  
2C362 AA07 AA10 BA04 BA50 BA51  
BA86 BB14  
2H045 AA01 BA22 BA34 CA34  
2H087 KA19 LA22 NA11 PA03 PA17  
PB03 QA03 QA07 QA12 QA41  
RA05 RA08 RA13 RA34  
5C072 AA03 BA20 DA02 HA02 HA06  
HA08 HA13 XA05